

Tomi Ovaska

# Metropolia Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan oppimisympäristön uudistaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Sähköinsinööri

Sähkötekniikka

Opinnäytetyö

29.5.2013

Tekijä Otsikko  Sivumäärä Aika	Tomi Ovaska Metropolia Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan oppimisympäristön uudistaminen 42 29.5.2013
Tutkinto	sähköinsinööri
Koulutusohjelma	tekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähkövoimatekniikka
Ohjaaja	teknologiapäällikkö Arja Ristola
<p>Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin uudistus Metropolia Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan nykyiseen oppimisympäristöön Albertinkatu 40–42 -toimipisteeseen. Työssä suunniteltiin myös, miltä sähkötekniikan oppimisympäristö näyttää tulevaisuudessa sen uusissa tiloissa. Tulevaisuuteen katsottiin, koska Metropolia keskittää opetuksen neljään kampukseen ja näin opetus Albertinkadun toimipisteessä loppuu.</p> <p>Oppimisympäristön uudistaminen aloitettiin palaverilla Metropolia Ammattikorkeakoulun opettajien kanssa. Tässä palaverissa saatiin työhön suunta ja asiat, jotka työn tulee sisältää.</p> <p>Uudistuksessa perehdyttiin aluksi sähkötekniikan nykyiseen oppimisympäristöön Albertinkatu 40–42 -toimipisteessä. Selvitettiin, mitä hyvää nykyisessä oppimisympäristössä on ja mitä tulee kehittää. Tämän jälkeen katsottiin tulevaisuuteen ja ideoitiin, miltä Metropolian sähkötekniikan tulevaisuuden oppimisympäristö näyttää, ja käytiin läpi, mitä hankintoja uudistus edellyttää. Ideoinnissa otettiin huomioon muuttuvat opetusmenetelmät ja nykytekniikan tarjoamat mahdollisuudet opetuksen tueksi.</p> <p>Suunnitelman tuloksena saatiin kehitysehdotus Metropolian sähkötekniikan nykyisen oppimisympäristön uudistamiseksi Albertinkadun toimipisteessä, sekä lähtökohtia uuteen kampukseen ja tulevaisuuden oppimisympäristöön. Suunnitelmaa ja sen ideoita voidaan tulevaisuudessa käyttää, kun sähkötekniikan koulutusohjelman muutto pois Albertinkadun toimipisteestä konkretisoituu.</p>	
Avainsanat	Oppimisympäristö, uudistaminen

Author Title Number of Pages Date	Tomi Ovaska Metropolia University of Applied Sciences' Electrical Engineering Learning Environment Reform 42 pages 25 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructor	Arja Ristola, Technology Manager
<p>In this thesis, a reform for the Helsinki Metropolia University of Applied Sciences Electrical Engineering's present learning environment in the Albertinkatu 40–42 premises was designed. In this study it was also designed, how electrical engineering learning environment will look in the future in the new premises. Future was considered because Metropolia is focusing its activities on four campuses and the use of Albertinkatu premises will end.</p> <p>The learning environment design was started by meeting with Electrical Engineering teachers of Metropolia. This gave the work a direction to start the design and pointed out the things that the work should include.</p> <p>First, the present learning environment of the electrical engineering in the Albertinkatu 40 - 42 premises was studied. It was clarified what is good in the actual learning environment and what has to be developed. After this the study looked in the future and considered what the future learning environment will look like. Also what procurement the reform requires was clarified. In the brainstorming the changing teaching methods and the possibilities offered by new technologies to support teaching were taken into account.</p> <p>The design resulted in a plan for a development of the electrical engineering's present learning environment in the Albertinkatu premises, as well as gave starting points for the new campus and the future learning environment. The plan and its ideas can be used in the future, when the electrical engineering degree program will move</p>	
Keywords	learning environment, reform

## Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Sähkötekniikan opiskelu Metropolia Ammattikorkeakoulussa	3
2.1	Sähkövoimatekniikka	3
2.2	Elektroniikka ja terveydenhuollon tekniikka	4
	Englanninkielinen elektroniikan koulutusohjelma	4
2.3	Sähkötekniikan opiskelu Metropolia Ammattikorkeakoulussa	4
3	Oppimisympäristö	6
3.1	Fyysinen oppimisympäristö	6
3.2	Psyykkinen ja sosiaalinen oppimisympäristö	6
3.3	Sulautuva oppimisympäristö	7
4	Metropolia Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan oppimisympäristö	8
4.1	Albertinkadun toimipisteen fyysinen oppimisympäristö	8
4.2	Albertinkadun luokahuoneiden tilaratkaisut	10
4.2.1	Luokahuoneiden varustus, kalustus ja kunto	11
4.2.2	Itseopiskelutilojen varustus, kalustus ja kunto	13
4.2.3	Atk-tilat	13
4.3	Sähkötekniikan koulutusohjelman psyykkinen ja sosiaalinen oppimisympäristö	14
4.3.1	Avoin Megora-kohtaamispaikka Metropoliaassa	14
4.3.2	Metropolia Ammattikorkeakoulun Metka-opiskelijakunta	15
4.4	Sähkötekniikan sulautuva oppimisympäristö	16
4.4.1	Tuubi-portaali	16
4.4.2	Tuubi opiskelijan työkaluna	16

4.4.3	Tuubi henkilökunnan työkaluna	17
4.5	Vapaan lähdekoodin Moodle-ohjelmisto	17
5	Kehitysehdotukset Albertinkadun toimipisteeseen	18
5.1	Luokkatilojen kehitysehdotus	18
5.2	SMART Board -esitystaulu opetusta tukemaan	20
5.3	Atk-tilojen kehitysehdotus	22
5.4	Itseopiskelutilan kehitysehdotus	22
6	Metropolia Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan tulevaisuuden oppimisympäristö	24
6.1	Metropolia Ammattikorkeakoulun yleiset tavoitteet tulevaisuudessa	24
6.1.1	Uusi kampusstrategia	25
6.1.2	Smart Campus -hanke	25
6.2	CDIO-malli insinöörikoulutuksessa	26
6.2.1	CDIO-elinkaarimalli	27
6.2.2	CDIO-opintosuunnitelma	29
6.2.3	CDIO-standardit	29
7	Ehdotukset tulevaisuuden campuksen lähtökohdiksi	32
7.1	Tulevaisuuden campuksen tekniset ratkaisut	32
7.1.1	Valaistus	32
7.1.2	Dynaaminen valaistus	33
7.1.3	Valaistuksen säätö- ja ohjaustekniikka	34
7.2	Veden kulutus ja lämmitys	35
7.3	Lämmitys ja ilmanvaihto	35
7.4	Luokkahuoneen tulevaisuuden oppimisympäristö	36
7.4.1	Smart Podium -näyttötaulu	37
7.4.2	Matematiikan-opetusohjelma SMART Notebook Math Tools	38
7.5	Aktiivisen opetuksen tulevaisuuden oppimisympäristö	39
8	Yhteenveto	41
	Lähteet	42

## 1 Johdanto

Tämä insinöörityö on tehty Metropolia Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusohjelmalle. Työn aiheena on sähkötekniikan oppimisympäristön uudistaminen. Sähkötekniikan koulutusohjelman tilat sijaitsevat Albertinkatu 40–42:ssa Helsingissä. Työ keskittyy tarkemmin luokkatilojen vaatimuksiin nykypäivän sähkötekniikan opiskelussa niin tilan kuin varustuksen suhteen, opiskelijoiden itseopiskelutilojen vaatimuksiin ja kehittämiseen sekä oppimisympäristön kokonaisvaltaisen ilmeen kehittämiseen.

Tämän työn idea syntyi sähkötekniikan koulutusohjelman itsearviointihalusta, jonka tarkoituksena on saada uusia näkökulmia toiminnan ja oppimisympäristön kehittämiseen. Sähkötekniikan koulutusohjelma päätti kutsua 3–4 asiasta kiinnostunutta opiskelijaa ideoimaan Metropolia Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan oppimisympäristön uudistamista. Tästä syntyi lopulta kolmen opiskelijan työryhmä, joka oli halukas kehittämään sähkötekniikan koulutusohjelman tiloja, laitteistoja ja koko oppimisympäristöä.

Työn ideoiminen aloitettiin työryhmää ohjaavien opettajien ja työryhmän kanssa sopimalla suuremmista linjoista sen suhteen, mitä työn tulisi sisältää. Tämän jälkeen tehtiin työryhmän kanssa suunnitelma siitä, miten työssä kannattaa lähteä etenemään. Kun suunnitelma saatiin valmiiksi, pidettiin ohjaavien opettajien kanssa palaveri, jossa käytiin suunnitelma läpi. Palaverin lopuksi työsuunnitelma hyväksyttiin, ja työ voitiin aloittaa sovittujen seikkojen pohjalta.

Varsinainen työ aloitettiin lähettämällä sähköpostitse haastattelupyynnöt noin kymmenelle Metropolia Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan opettajalle. Haastattelupyynnöissä sisälsi esikysymyksiä, jotta haastateltava pystyi valmistautumaan tulevaan haastatteluun ja sen kohtuullisen laajaan aiheeseen. Jokaisesta haastattelusta koostettiin yhteenveto. Kaikkien haastattelujen jälkeen tehtiin kunnollinen yhteenveto, johon koottiin työryhmän mielestä kiinnostavimmat ja konkreettisesti taloudellisesti toteutettavissa olevat ideat. Sellaiset ideat, joita on mielenkiintoista selvittää tulevaisuutta silmällä pitäen, otettiin myös tarkasteluun.

Tässä työssä käydään läpi sähkötekniikan koulutusohjelman nykyistä oppimisympäristöä Albertinkatu 40–42 -toimipisteessä, ja miten sitä voidaan kehittää. Työssä suunnataan katse myös tulevaisuuteen ja siihen, millainen Metropolia Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusohjelman oppimisympäristö voisi tulevaisuudessa olla.

## **2 Sähkötekniikan opiskelu Metropolia Ammattikorkeakoulussa**

Metropolia Ammattikorkeakoulussa on sähkötekniikan koulutusohjelmassa kaksi suuntautumisvaihtoehtoa, jotka ovat sähkövoimatekniikka sekä elektroniikka ja terveydenhuollon tekniikka. Koulutusohjelmiin voidaan hakea opiskelemaan niin lukio- kuin ammattikoulupohjalta.

### **2.1 Sähkövoimatekniikka**

Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehdossa on tarkoituksena saavuttaa laaja-alainen näkemys sähkövoimatekniikan eri osa-alueista sähkön jakelusta, sähkökäytöstä ja rakennusten sähköasennuksista. Suuntautumisvaihtoehto antaa myös vahvat tiedot tehoelektroniikasta ja valaistustekniikasta.

Koska sähköä käytetään kaikkialla maailmassa, sähkövoimatekniikan insinöörin työ voi viedä maailmalle varsinkin, jos hakeutuu ylläpito-, asennuksenvalvonta- tai käyttöönotto- tehtäviin. Lähinnä kotimaahan keskittyviä sähkövoimatekniikan insinöörin työtehtäviä ovat sähkönjakeluun, energiantuotantoon ja urakointiin liittyvät tehtävät. Tosin riippuen yrityksestä, johon sähkövoimatekniikan insinööri työllistyy, työtehtävä voi olla kansainväistä ainakin joiltain osin. Sähkövoimatekniikan opinnot antavat laajat mahdollisuudet työllistyä moneen eri yritykseen ja työtehtävään aina oman yrityksen perustamisesta kansainvälisissä projektitehtävissä toimimiseen.

Työtehtäviä, joihin sähkövoimatekniikan koulutus erityisesti antaa valmiudet, ovat muun muassa sähkösuunnittelu, erilaiset projekti-, työnjohto-, kunnossapito- ja urakointitehtävät. Mikäli opintojen aikana on jo tiedossa, miten työelämässä on tarkoituksena suuntautua, voidaan keskittää vapaasti valittavat opinnot juuri sen osa-alueen kursseihin. Esimerkiksi, jos ollaan kiinnostuneita valaistustekniikasta tai sähkönjakelusta, voidaan suorittaa kaikki sen osa-alueen kurssit.



## 2.2 Elektroniikka ja terveydenhuollon tekniikka

Elektroniikan ja terveydenhuollon tekniikan suuntautumisvaihtoehdossa voidaan keskittää opinnot painottumaan joko elektronikkasuunnitteluun tai terveydenhuoltoteknologiaan. Elektroniikkaan opintonsa keskittävä opiskelija suuntautuu työelämässä yleisemmin elektronikkasuunnittelu- ja testaustehtäviin.

Terveydenhuolto tekniikkaan opintonsa keskittävä opiskelija voi toimia muun muassa sairaalainsinöörinä tai lääketieteen palveluksessa tutkimus- ja hoitolaitteiden suunnittelu-, kehitys- ja huoltotehtävissä. Osa elektroniikan opinnoista toteutetaan vain englanninkielellä yhteistyössä englanninkielisen elektroniikan koulutusohjelman (Degree Programme in Electronics) kanssa.

### Englanninkielinen elektroniikan koulutusohjelma

Metropolia Ammattikorkeakoulussa voidaan opiskella elektroniikkaa myös englanniksi. Opinnot ovat englannin kielellä samankaltaiset kuin suomen kielellä. Opintojen laajuus on molemmissa 240 opintopistettä. Joitakin eroja opintosuunnitelman kurssitarjonnassa kuitenkin on, kuten esimerkiksi, jos suomi ei ole opiskelijan äidinkieli, hän opiskelee kaksi kurssia suomea, jotka eivät kuulu äidinkielenään suomea puhuville opiskelijoille.

## 2.3 Sähkötekniikan opiskelu Metropolia Ammattikorkeakoulussa

Sähkötekniikan opiskelu koostuu suurimmalta osalta teorialuokissa matematiikan, fysiikan ja sähkötekniikan ammattiaineiden opiskelusta. Toisin sanoen opetus painottuu hyvin suurelta osin matemaattis-luonnontieteellisiin aineisiin.

Opetus noissa edellä mainituissa oppiaineissa perustuu suureksi osaksi matemaattisten kaavojen ja kuvallisten havainnollistusten esittämiseen. Opettaja joko piirtää kuvioita, kuvaajia tai kaavoja opetustilanteessa liitu- tai tussitaululle ja näyttää havainnollistavia esityksiä tietokoneelta videotykin kautta valkokankaalle.

On myös kursseja, joissa tehdään paljon erilaisia ryhmitöitä, kuten äidinkieli/viestintä ja jotkin sähkötekniikan ammattiaineet. Näissä aineissa opetus on enemmän ryhmätöitä ja aktiivista vuorovaikutusta niin opiskelijoiden kuin opettajan ja opiskelijoiden välillä.

### 3 Oppimisympäristö

Oppimisympäristö koostuu monista eri tekijöistä, jotka ovat muun muassa fyysinen, psyykkinen ja sosiaalinen ympäristö, missä opiskelu tapahtuu. Muita oleellisia oppimisympäristön osia ovat valaistus, lämpötila ja ilmanvaihto.

#### 3.1 Fyysinen oppimisympäristö

Fyysinen oppimisympäristö käsittää ennen kaikkea rakennuksen, jossa opiskellaan. Siihen kuuluu myös miljöö, jossa koulurakennus sijaitsee sekä ympäröivä piha ja muut rakennukset.

Opiskelutilat ja opetuksessa käytettävät menetelmät tulee suunnitella niin, että ne tukevat mahdollisimman hyvin opiskelua ja opettamista. Tällä tavalla luodaan opettajille mahdollisuus käyttää ja toimia parhaaksi katsomiensa opetusmenetelmien mukaan. Opiskelijoiden tukipalvelut kuten kirjasto, ruokala ja muut oleellisesti oppimiseen vaikuttavat tekijät, tulee järjestää niin, että ne tukevat myös opiskelijan itsenäistä ja aktiivista oppimista.

Oppimisympäristö on suunniteltava siten, että se vastaa varustukseltaan nyky-yhteiskunnan vaatimuksia. Opiskelijalla tulee olla mahdollisuus tietokoneiden ja muun mediatekniikan käyttöön, jotta se luo opiskelijalle mahdollisuuden kehittyä nykyaikaisen tietoyhteiskunnan osaavaksi jäseneksi. On tärkeää, että esteettisyyseikat otetaan oppimisympäristön suunnittelussa huomioon, koska niillä on myös oleellinen vaikutus mielialaan ja viihtyvyyteen. [1, s. 4.]

#### 3.2 Psyykkinen ja sosiaalinen oppimisympäristö

Psyykkinen ja sosiaalinen oppimisympäristö syntyy ennen kaikkea opiskelijan omista lähtökohdista, esimerkiksi millainen hänen tunnemaailmansa on tai millaiset kognitiiviset taidot opiskelijalla on. Opiskelijan vuorovaikutus- ja ihmissuhdetaidot vaikuttavat hänen viihtyvyyteensä oppimisympäristössä.

Oppimisympäristöstä tulee rakentaa sellainen, että se tukee oppimista ja on turvallinen ympäristö toimia niin sosiaalisesti kuin terveydellisestikin. Sen tulee olla sellainen, että opiskelijan innostus herää, ja motivaatio opiskeluun säilyy. Hyvä psyykkinen ja sosiaalinen oppimisympäristö tarjoaa opiskelijalle mielenkiintoisia haasteita ja edistää opiskelijaa saavuttamaan ne tavoitteet, jotka hän itselleen asettaa.

Opiskelijat on tarpeellista ottaa mukaan oppimisympäristön suunnitteluun. Tällöin kehitetään ja parannetaan opiskelijoiden ja opettajien välistä kanssakäymistä. Tällöin opettajista tulee opiskelijalle helpommin lähestyttäviä. Myös opiskelijoiden keskinäistä kanssakäymistä tulee tukea oppimisympäristön ratkaisuisissa. Tavoitteena on luoda ilmapiiri, joka on rohkaiseva ja myönteinen. Ilmapiirin aikaansaaminen ja sen kehittäminen on molempien, opiskelijoiden ja opettajien vastuulla. [2, s. 18.]

### 3.3 Sulautuva oppimisympäristö

Sulautuvan oppimisympäristön käsite on vielä nykyään uudehko, eikä sen sisältöä ole tarkasti määritelty. Mutta sulautumisella tarkoitetaan muun muassa nykyisten opetusmenetelmien ja esimerkiksi verkkopedagogiikan yhdistämistä opetuksessa. Tässä oppimisympäristössä opettajan on pohdittava, miten erilaisia opetusmenetelmiä yhdistetään. [3, s. 5–6.]

## 4 Metropolia Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan oppimisympäristö

Sähkötekniikan opetus Metropolia Ammattikorkeakoulussa tapahtuu pääasiassa kokonaan Albertinkatu 40–42 -toimipisteessä Helsingissä. Joitain kursseja järjestetään vierisessä korttelissa sijaitsevassa Bulevardi 31 -toimipisteessä, jossa sijaitsee myös suurin osa opiskelijapalveluista.

### 4.1 Albertinkadun toimipisteen fyysinen oppimisympäristö

Albertinkadun toimipiste (kuva 1) sijaitsee Helsingin keskustassa Kampin kaupunginosassa. Rakennuksen vanhan ja uuden osan on suunnitellut Onni Tarjanne.



Kuva 1. Albertinkatu 40–42 -toimipiste ulkopuolelta

Vanha osa on valmistunut vuonna 1925, ja sitä on korotettu kerroksella vuonna 1940. Rakennuksen vanhassa osassa on viisi kerrosta, ja se on rakennettu punatiilestä. Rakennus edustaa 1920-luvun klassistyyppistä laitosarkkitehtuuria.

Rakennuksen uusi osa valmistui vuonna 1932 ja peruskorjattiin vuonna 1989. Peruskorjauksen suunnitteli arkkitehtitoimisto Pirkko ja Arvo Ilonen. Vuonna 1995 molemmat rakennukset on peruskorjattu silloisen Helsingin Teknillisen Oppilaitoksen käyttöön. Albertinkadulla sijaitsevat opiskelijoiden tukipalveluista ruokala ja opintotoimisto. [4.]

Nykyään Albertinkadulla on 10 teorialuokkaa, auditorio, 11 erilaista laboratorioluokkaa muun muassa valaistus-, elektroniikka-, suurjännite-, tehoelektroniikan-, sähkömittaus- tekniikan-, piirilevyjenvalmistus- ja fysiikanlaboratoriot, 2 atk-luokkaa ja kielistudio. Tässä työssä tarkastellaan pääasiallisesti luokka- ja itseopiskelutiloja.

Laboratorioiden ja muiden tilojen uudistamiseen ja varustukseen ei tässä työssä puututa. Työryhmän kaksi muuta opiskelijajäsentä tekevät omat arvioinnit ja kehitysehdotukset tämän projektin yhteydessä.

Muu sähkötekniikan fyysinen oppimisympäristö

Bulevardin toimipisteessä ovat tukipalvelut kuten kirjasto, Metropolia Ammattikorkeakoulun opiskelijakunta METKA ja METKAN kahvila. Terveystieteiden palvelut sähkötekniikan opiskelijoille ovat Tukholmankatu 10 -toimipisteessä.

#### 4.2 Albertinkadun luokkahuoneiden tilaratkaisut

Kaikki Albertinkadun aktiivisessa käytössä olevat luokkahuoneet noudattavat tyyliltään niin sanottua perinteistä luokkahuoneen järjestystä ja vanhan koulurakennuksen tyyliä (kuva 2). Opettaja istuu luokan edessä korotetulla alueella, ja oppilaat ovat suoraan häntä vastapäätä. Tällaisessa opettajajohtoisessa lähestymistavassa opettaja hallitsee kaikkea luokassa tapahtuvaa toimintaa, kuten tieto- ja viestintätekniikkaa. [1, s. 9–10]



Kuva 2. Teorialuokkien tilaratkaisut

#### 4.2.1 Luokkahuoneiden varustus, kalustus ja kunto

Luokkatiloissa on kahdenlaista kalustusta. Osassa luokkia on yksittäisiä pienehköjä työpöytiä, joiden takana mahtuu istumaan yksi oppilas (kuva 3). Paikkakoko luokahuoneissa vaihtelee 34 ja 57 istumapaikan välillä. Luokkatilat ovat kooltaan 69–107 m<sup>2</sup> [5].



Kuva 3. Pienien työpöytien malli



Toisissa luokissa on isoja massiivisenkokoisia työpöytiä muutama vierekkäin, ja yhden työpöydän taakse mahtuu istumaan tarvittaessa kaksikin oppilasta (kuva 4).



Kuva 4. Isojen työpöytien malli

Muuten luokkahuoneiden varustus on varsin samankaltainen. Luokissa on muun muassa

- liitu- tai tussitaulu
- videotykki
- valkokangas
- piirtoheitin
- tietokone.

Nämä ovat opetuksen kannalta hyviä ja välttämättömiä asioita. Mutta nykytekniikka sallii uudenlaisten laitteiden käyttöönoton opetuksen tueksi. Uudet laitteet tukevat ja osittain korvaavat tätä nykyistä varustusta. Silmämääräisen tarkastelun perusteella luokkatilojen kunto on hyvä. Valaistus on riittävää ja lämpötila sopiva niin kesäkuumalla kuin talvipakkasella. Ilmanvaihto toimii, koska luokkatiloissa ei rupea nukuttamaan, eikä tule tunkkainen olo pitkilläkään luennoilla.

#### 4.2.2 Itseopiskelutilojen varustus, kalustus ja kunto

Nykyisin Albertinkadulla on tyhjiä luokkatiloja oppilaiden vapaaseen käyttöön mutta niiden kalustus ei ole sellaisella tasolla, että ne soveltuisivat kunnollisesti opiskeluun. Vapaassa käytössä olevat luokkatilat ovat samanlaisia kuin aktiivisessa käytössä olevat luokkatilat. Niiden valaistus, ilmanvaihto ja lämpötila ovat vastaavalla tasolla kuin aktiivisessa käytössä olevien tilojen taso.

#### 4.2.3 Atk-tilat

Albertinkadun toimipisteessä on kaksi atk-tilaa. Tilat ovat tarkoitettu opetuskäyttöön ja niissä voidaan opiskella virallisia kursseja, joissa tarvitaan koulun kustantamia maksullisia ohjelmistoja. Esimerkki tällaisesta kurssista on rakennusten sähkösuunnittelu, jossa tarvitaan CAD-suunnitteluohjelmaa. Tilaratkaisuiltaan atk-tilat noudattavat samalaista linjaa kuin luokkatilatkin. Atk-tilojen suunnittelu ei kuulu tämän insinööritoimiston aihepiiriin, mutta liittyy siihen sen takia, että tilojen käyttö linkittyy osin itseopiskelutilojen käyttöön.

#### 4.3 Sähkötekniikan koulutusohjelman psyykkinen ja sosiaalinen oppimisympäristö

Ammattikorkeakoulun kaikki opiskelijat ovat täysi-ikäisiä, ja he ovat pyrkineet opiskelemaan tässä tapauksessa sähkötekniikkaa omasta kiinnostuksestaan aihetta kohtaan. Tämän takia kaikilla opiskelijoilla tulee olla käsitys siitä, minkälaista opiskelu on ja mitä opiskellaan. Tämän vuoksi oppimisympäristö on juuri sellainen, kuin tekniikan opetuselta vaaditaan.

Opintojen alussa opiskelu tapahtuu lähes kokonaan omassa ryhmässä, johon opiskelijat ovat jaettu sen mukaan, ovatko he lukio- vai ammattikoulutaustaisia. Perusopintojen jälkeen opiskelijat valitsevat jonkin suuntautumisvaihtoehdon, johon he erikoistuvat. Tässä vaiheessa opintojen alussa ollut ryhmä vaihtuu, kun lukio- ja ammattikoulupohjaiset opiskelijat sekoittuvat erikoistumisvaihtoehtojen perusteella.

Jokaisella ryhmällä on oma lukujärjestyksensä, jonka oppilaitos tekee opiskelijoille valmiiksi. Se perustuu siihen, että opiskelija suorittaa opintonsa tavoiteajassa. Opiskelijalla on iso vastuu siitä, miten opintonsa suorittaa ja missä aikataulussa. Vaikka opiskelijan omalla ryhmällä on valmiiksi tehty lukujärjestys, kukin opiskelija voi valita vapaasti itselleen ne kurssit, jotka missäkin jaksossa suorittaa.

Sähkötekniikan opettajat ja muu henkilökunta on keskittynyt Albertinkadun toimipisteesseen, joten kanssakäyminen ja asioiden hoitaminen on helppoa. Samojen opettajien kohtaaminen päivittäin opetustilanteissa tai yleistiloissa madaltaa kynnystä ottaa yhteyttä opettajaan ja mennä rohkeasti keskustelemaan. Sama pätee myös opiskelijoiden välillä. Toimittaessa päivittäin samojen tuttujen opiskelukavereiden kanssa uskalletaan tunneilla kysyä rohkeasti asiasta kuin asiasta. Myöskään ei tarvitse turhaan jännittää.

##### 4.3.1 Avoin Megora-kohtaamispaikka Metropoliassa

Megora on Metropolia Ammattikorkeakoulussa muutamissa toimipisteissä sijaitseva tila, jonka tarkoituksen on kehittää yhteisöllisyyttä eri koulutusohjelmien välillä sekä oppilaiden ja henkilökunnan yhteistoimintaa ja verkostoitumista. Albertinkadun toimipisteessä on Megora. (Kuva 5., ks. seur. s.)



Kuva 5. Albertinkatu 40–42-toimipisteen Megora

Megorat ovat kaikille avoimia kohtaamispaikkoja. Niissä voidaan järjestää vapaa-ajantoimintaa, pelata erilaisia pelejä tai viettää aikaa opiskelun lomassa esimerkiksi niin sanotuilla hyppytunneilla. Megorat ovat osa Metropolia Ammattikorkeakoulun oppimisympäristöä, mutta ne eivät ole opiskelu vaan vapaa-ajanvietto tiloja. Niiden tarkoitus on nimenomaan kehittää opiskelijoiden ja henkilökunnan sosiaalista kanssakäymistä. [5.]

#### 4.3.2 Metropolia Ammattikorkeakoulun Metka-opiskelijakunta

METKA koostuu Metropolian opiskelijoista ja on julkisoikeudellinen yhteisö. METKA järjestää jäsenilleen säännöllisesti erilaista toimintaa, kuten liikuntaa, erilaisia harrasteita, tapahtumia ja opiskelijajuhlia. Opiskelijakunta antaa neuvoja ongelmatilanteissa ja pyrkii huolehtimaan opiskelijoiden hyvinvoinnista.

METKAN jäseneksi ovat tervetulleita kaikki Metropolian opiskelijat ja juuri sellaisena kuin ovat, koska METKA on jäsentensä näköinen yhteisö. Opiskelijakuntatoiminta on hyvä tapa tutustua uusiin ihmisiin, saada kavereita yli koulutusohjelmien rajojen ja päästä vaikuttamaan yhdessä muiden kanssa parempaan opiskelijan arkeen. [6.]

#### 4.4 Sähkötekniikan sulautuva oppimisympäristö

##### 4.4.1 Tuubi-portaali

Tuubi on Intranetissä Metropolia Ammattikorkeakoulun opiskelijoiden ja henkilökunnan sisäinen tiedotus-, informaatio- ja keskustelupaikka. Kun Tuubiin kirjaudutaan, päästään suoraan etusivulle, jossa on heti nähtävissä kaikki ajankohtainen, mitä Metropolia Ammattikorkeakoulussa tapahtuu. Opiskelijat ja henkilökunta voivat keskustella mieltä askarruttavista aiheista keskustelupalstalla tai kommentoida julkaistuja tiedotteita. [5.]

##### 4.4.2 Tuubi opiskelijan työkaluna

Opiskelijoille Tuubi on tärkeä työväline jokapäiväisessä opiskelussa. Sieltä löytyy kaikki tarvittava informaatio, jota opiskelussa tarvitaan. Pikavalinta linkkien ja allasvetovalikoiden avulla päästään katsomaan kulloinkin tarpeellisia tietoja, joista tärkeimpiä ovat, muun muassa

- toteutukseen liittyvät työtilat, joissa opettajat julkaisevat vetämiensä kursien informaation ja materiaalin. Ne näkyvät opiskelijoille, jotka ovat ilmoittautuneet kyseiselle kurssille.
- opetukseen liittyvät työtilat, joissa julkaistaan opiskelijan oman koulutusohjelman tärkeimmät tiedot. Sieltä opiskelija näkee kaikki tarvittavat tiedotteet, ohjeet ja materiaalin, joita oman alan opinnoissa tarvitsee.
- lukkarikone, jossa voidaan katsoa, mitä kursseja missäkin periodissa opetetaan. Näin voi suunnitella oman lukujärjestyksensä.

- WinhaWille:ssä opiskelija hallinnoin henkilökohtaisia tietojaan, seuraa opintojen edistymistä ja ilmoittautuu opintojen toteutuksiin, kuten tentteihin.
- kaikille opiskelijoille tarkoitettu oma osio, jossa on tietoa asumiseen, terveyden huoltoon ja kaikkiin yleisesti opintoja tukeviin palveluihin.

Tuubi sisältää myös paljon muutakin hyödyllistä tietoa ja palveluja, joita jokainen opiskelija voi hyödyntää omien tarpeittensa mukaisesti.

#### 4.4.3 Tuubi henkilökunnan työkaluna

Tuubi toimii henkilökunnalle samanlaisena tiedon ja informaation lähteenä kuin opiskelijoillekin. Siellä on koottu samalla periaatteella oleellinen tieto, jota henkilökunta tarvitsee työssään.

#### 4.5 Vapaan lähdekoodin Moodle-ohjelmisto

Moodle on ilmainen ja kokonaisuudessaan vapaa niin sanottu vapaan lähdekoodin ohjelmisto. Moodlen pystyy asentamaan kaikkiin tietokoneisiin, joilla voidaan suorittaa PHP:tä, ja tietokoneen täytyy tukea myös SQL-tyyppistä tietokantaa. Moodlen sisältöä voidaan vapaasti kopioida, muokata ja käyttää. On kuitenkin muistettava, ettei mitään sisältöä saa poistaa tai muokata. Alkuperäisiä lisenssejä tai tekijänoikeuksia ei saa poistaa kertomatta muille ja käyttäjille, jos samaa lisenssiä käyttää oman työn muihin osa-alueisiin. Moodlea voidaan käyttää Windows-, Macintosh- ja useissa eri Linux-käyttöjärjestelmissä. [7.]

#### Moodlen käyttö sähkötekniikan koulutusohjelmassa

Moodle ei ole vielä kovin laajassa käytössä sähkötekniikan koulutusohjelmassa. Moodlen avulla toteutettuja verkkokursseja ei juurikaan järjestetä. Tuubin toteutuksen työtilat sisältävät osittain samankaltaisia ominaisuuksia kuin Moodle, joten on opettajan päätettävissä, luoko hän sivuston Moodleen Tuubin toteutuksen työtilan lisäksi.

## 5 Kehitysehdotukset Albertinkadun toimipisteeseen

Albertinkadun toimipisteessä ei kannata ryhtyä suuriin rakenteellisiin muutoksiin. Rakennus on vanha ja kuuluu museosuojelun piiriin, joten suuret rakenteelliset muutokset eivät ole senkään takia helppoja toteuttaa. Muutosten tekeminen Albertinkadun toimipisteeseen ei siis ole Metropolia Ammattikorkeakoulun omassa päätösvallassa.

Ideoinnissa lähdettiin siitä, miten luokkatiloja voidaan kehittää pienempimuotoisilla ratkaisuilla siten, että kiinteisiin rakenteisiin tarvitaan kajota mahdollisimman vähän. Tarkoitus on kuitenkin kehittää oppimisympäristöä kykyaikaisempaan suuntaan palvelemaan niin opettajia kuin oppilaitakin, joten joitakin konkreettisia toimenpiteitä sen takia on kuitenkin hyvä tehdä.

Jotkut opettajat antavat ja ehdottavat ennen tussi- tai liitutaulun pyyhkimistä, että halukkaat oppilaat voivat ottaa taulusta kuvan. Se on hyvä toimintamalli, mutta tuntityöskentelyä haittaava, jos moni opiskelija haluaa kuvata taulun sisällön. Tämän pohjalta lähdettiin ideoimaan uudistusta nykyisten haasteiden ratkaisemiseksi.

### 5.1 Luokkatilojen kehitysehdotus

Ryhmäkokojen kasvu asettaa vaatimuksia luokkatiloille. Aina luokkatilan kapasiteetti ei ole riittävän suuri, jotta kaikille luennoille tulijoille riittäisi istumapaikka työpöytineen. Tätä ongelmaa ei voida ratkaista Albertinkadun toimipisteessä luokkatilojen kokoa kasvattamalla. Luokkatilojen nykyiset kalusteet ovat myös haasteellisia isojen ryhmien kanssa, koska kalustus ei ole kovinkaan helposti muunneltavissa eikä näin ole mahdollista saada lisää tilaa opiskelijoille luokkatilaan. Monesti varsinkin isoissa teorialuokissa on takapenkeiltä pitkä matka taululle, ja näin havainnointi vaikeutuu täydessä luokassa.

Luokassa olevien liitu- ja tussitaulujen pinta-alan on rajallinen, joten pitkien kaavojen ja isojen kuvien mahduttaminen yhdellä kertaa liitu- tai tussitaululle on haasteellista. Näin opiskelijalle tulee monesti eteen tilanne, jossa on joko valittavana opetuksen suullinen seuraaminen ja muistiinpanojen tekemisen tiivistäminen tai liitu- tussitaululla esitetyn asian kirjaaminen ylös kokonaisuudessaan, jolloin opettajan suullista selvitystä käsiteltävästä asiasta on hankalaa kuunnella täysin asiaan keskittyneenä.

Varsinkin silloin, kun opiskelija tekee tarkat muistiinpanot selvällä käsialalla ja tarkoilla piirustuksilla, tulee muistiinpanojen muistiin kirjaamisesta työlästä. Opetuksen edetessä taulupinta-alaa on saatava uudelleen käyttöön, ja näin ollen vanhaa tekstiä, kaavoja ja kuvia pyyhitään pois.

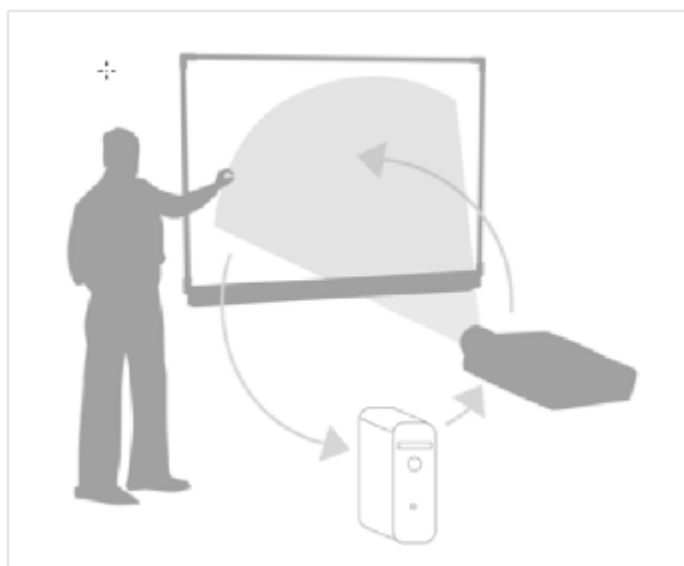
Luokkatiloihin saadaan lisää istuma- ja pöytäpaikkoja opiskelijoille, jos niiden kalustusta uusittaisiin. Hankkimalla luokkiin pienempiä työpöytiä ja tuoleja, jotka ovat vielä helposti muunneltavaa mallia, saadaan luokkatilan neliöt tehokkaaseen käyttöön.

Usein, varsinkin sähkötekniikan ammattiaineissa opettajan käyttämä luentomateriaali on kurssin työtilassa Tuubi-portaalissa. Olisi hyvä, että luokassa kaikilla halukkailla olisi mahdollisuus käyttää omaa kannettavaa tietokonetta, jotta jokaisen kurssin materiaali olisi aina mukana luennolla. Tämä säästää niin opettajan kuin opiskelijan aikaa, kun ei tarvitse aina etsiä ja selvittää, mistä luentomateriaali löytyy.



## 5.2 SMART Board -esitystaulu opetusta tukemaan

SMART Board on interaktiivinen kosketus- ja esitystaulu. Niitä on monia erilaisia malleja, ja ne ovat erikokoisia, mutta kuitenkin kaikki toimivat samalla periaatteella. Tietokoneella lähetetään kuvaa tai videota projektorille, ja projektori siirtää kuvan SMART Board -esitystaululle (kuva 6).



Kuva 6. SMART Board -esitystaulun toimintaperiaate [8]

Esitystaulu toimii samalla kuvien tai videoiden esitysrutuna sekä tietojen syöttölaitteena. Esitystaulu voidaan kiinnittää joko seinään kiinteällä asennuksella tai liikuteltavaan telineeseen (kuva 7., ks. seur. s.).



Kuva 7. Liikuteltava SMAR Board -teline [9]

SMART Board mahdollistaa kaiken siinä esitetyn materiaalin muokkaamisen, joten sillä voidaan muokata niin videoita, kuvia kuin taulukoita. Valmiita esityksiä voidaan muokata omien tarpeiden mukaan reaaliaikaisesti kesken oppitunnin. Kaikki dokumentit, jotka esitystaululla ovat tehty ja muokattu voidaan tallentaa tietokoneelle. Tiedostot voidaan sen jälkeen jakaa vapaasti opiskelijoille tai Internetiin. Tällöin esimerkiksi Moodleen voidaan luoda työtiloja, joissa on kattavasti tietoa eri oppiaineiden luennoilta.

Näyttötaulun avulla voidaan hallita kuvaa lähettävän tietokoneen kaikkia toimintoja. Näyttötaululle voidaan kirjoittaa melkein millä tahansa välineellä. Käyttäjä voi kirjoittaa ensin näyttötaululle kynällä, ja sen jälkeen pyyhkiä kämmenellään kirjoituksen pois. [10.]

### 5.3 Atk-tilojen kehitysehdotus

Atk-tiloihin on vapaa pääsy, joka aiheuttaa välillä hankalia tilanteita. Luokkatiloissa saattaa olla opiskelijoita, joiden ei kuulu siellä olla, kun jokin virallinen kurssi on käynnissä. Usein ylimääräiset opiskelijat häiritsevät luokassa tapahtuvaa opetusta. Koska monet opiskelijat käyttävät atk-tilaa ajanviettopaikkana katselemalla Internetistä uutisia ja videoita, mikä aiheuttaa opiskeluun kuulumatonta hälinää. Tällöin kurssia vetävä opettaja saattaa joutua poistamaan tilasta ylimääräiset henkilöt, ja tämä haittaa opetusta sekä kuluttaa rajallista opetusaikaa.

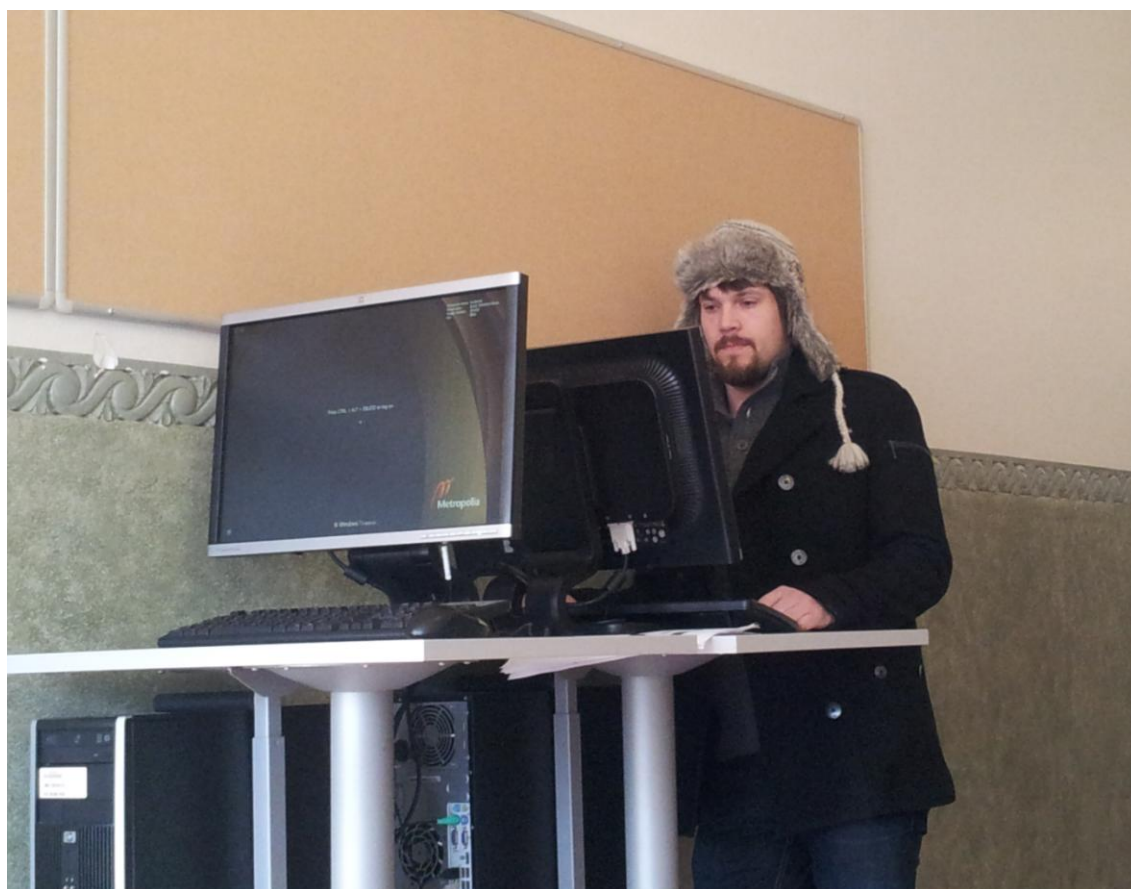
Atk-tiloista voitaisiin varata joinain päivinä aikoja, jolloin siellä saadaan tehdä opintojaksoon liittyviä töitä, jotka vaativat koulun kustantamia maksullisia ohjelmia. Toiminta luokissa noina aikoina toimii samanlaisella periaatteella kuin esimerkiksi matematiikan työpajat, sillä erotuksella, ettei siellä tarvitse olla ohjaavaa opettajaa. Atk-luokkien suunnittelu ei kuulu tämän oppinäytetyöaiheen piiriin, mutta liittyy siihen sen johdosta, että tilojen käyttö linkittyy osin itseopiskelutilojen toimintaan.

### 5.4 Itseopiskelutilan kehitysehdotus

Itseopiskelutilan tulee soveltua ennen kaikkea ryhmätyöskentelyyn. Monella kurssilla tehdään ryhmätöitä muun muassa laboratorioselostuksia, PowerPoint-esityksiä, projekteja ja muita ryhmässä tehtäviä koulutöitä.

Itseopiskelutilan tarkoitus ei ole olla vapaa-ajan vietto tai lepäämisen paikka. Tilan käyttötarkoitus on nimenomaan tarjota rauhallinen tila opiskeluun ja koulutöiden tekemiseen.

Vapaa-ajan viettoon ja koulukavereiden tapaamiseen on järjestetty Metropolia Ammattikorkeakoulussa toinen konsepti, joka kulkee nimellä Megora (ks. 4.3.1). Itseopiskelutilasta ei tule tehdä atk-tilaa, jossa viihdytään Internetissä uutisia lukien ja videoita katsellen. Atk-luokat ovat erikseen, ja niitä on nykyisin kaksi Albertinkadun toimipisteessä. Tietokoneita on myös oppilaiden vapaaseen käyttöön rakennuksen käytävillä. (Kuva 8., ks. seur. s.)



Kuva 8. Opiskelija käytävän tietokoneella

Haastateltaessa opettajia mielipiteet itseopiskelutilan varustuksesta vaihtelivat jokseenkin paljon ja aivan laidasta laitaan. Osa opettajista toivoi, että tila olisi sellainen, jossa oppilaat pystyvät tutustumaan käytännössä sähköasennuksissa käytettäviin komponentteihin ja asennustapoihin. Toinen mielipide taas oli, ettei ammattikorkeakoulussa kouluteta sähköasentajia vaan insinöörejä, joten siitä syystä käytännön tutustuminen asennustoimintaan ja komponentteihin ei kuulu ammattikorkeakoulun tehtäviin.

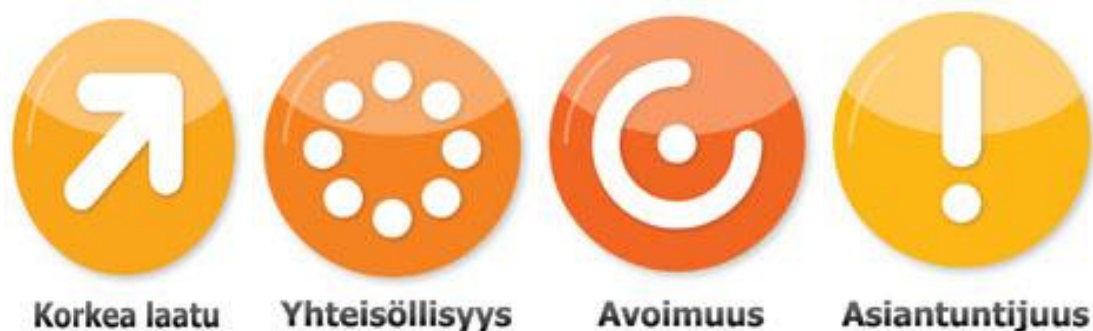
Albertinkadulta voitaisiin yhdestä luokkatilasta tehdä opiskelijoiden käyttöön itseopiskelutilan. Tilan kalustuksen ja varustuksen tulee olla sellaisen, että siellä pystytään työskentelemään rauhassa pienryhmissä tai itsenäisesti. Tilassa tulee olla riittävästi pistorasioita, jotta opiskelijat voivat työskennellä omilla kannettavilla tietokoneillaan.

## 6 Metropolia Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan tulevaisuuden oppimisympäristö

On suunnitteilla, että sähkötekniikan koulutusohjelma tulee jollain, vielä vahvistamattomalla aikataululla muuttamaan pois Albertinkatu 40–42 -toimipisteestä. Tästä syystä onkin tärkeää, että uusia tiloja valittaessa tai uudisrakennusta suunnitellessa otetaan huomioon sähkötekniikan koulutusohjelman vaativat erikoistarpeet. Uuden oppimisympäristön suunnittelussa on otettava huomioon Metropolia Ammattikorkeakoulun yleiset tavoitteet ja visiot.

### 6.1 Metropolia Ammattikorkeakoulun yleiset tavoitteet tulevaisuudessa

Metropolia on asettanut tahtotilakseen vuoteen 2016 mennessä olla Suomen arvostetuin ammattikorkeakoulu. Tämän tahtotilan tarkoituksena on että, Metropoliasta tulee uudistuva, elinvoimainen, luova ja taloudellisesti tehokas. Metropolian arvot ovat:



Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi Metropolia aikoo erottua uudennlaisilla toimintakonsepteilla muusta korkeakoulukentästä. Tarjota laaja-alaista koulutusta koko elämän varrelle ja olla laadukas koulutuspaikka, joka huomioi asiakkaitten kokemukset. Metropolia Ammattikorkeakoulun tulisi olla tulevaisuudessa ammattikorkeakoulujen Aalto yliopisto. [11.]

### 6.1.1 Uusi kampusstrategia

Metropolia Ammattikorkeakoulussa on menossa hanke, jossa on linjattu siirtyminen neljän kampuksen malliin. Linjauksen mukaan kampukset sijaitsevat Arabianrannassa, Leppävaarassa, Myllypurossa ja Myyrmäessä. Sähkötekniikan koulutusohjelma sijoitetaan mahdollisesti Myllypuroon kokonaan uuteen kampukseen tai Myyrmäkeen, jossa on jo Metropolia Ammattikorkeakoulun opetustoimintaa. [5.]

### 6.1.2 Smart Campus -hanke

Metropolia Ammattikorkeakoulussa alkoi syksyllä 2012 EU:n CIP-puiteohjelman (Competitiveness and Innovation framework Programme) hanke nimeltään Smart Campus. Hanke kestää 2,5 vuotta ja sen kokonaisbudjetti on noin 4,6 miljoonaa euroa. Hankkeen koordinaattorina toimii Alfamicro LDA:n toimitusjohtaja, professori Alvaro Oliveira Portugalista [12].

Smart Campus -hankkeessa on mukana Metropolia Ammattikorkeakoulun kampuksista Myyrmäen ja Leppävaaran kampukset. Hankkeessa näillä campuksilla tehdään selvityksiä muun muassa sähkön kulutuksesta, sisäilman laadusta, veden kulutuksesta sekä opiskelijoiden ja henkilökunnan yleisestä hyvin voinnista. Hankkeessa ja sen ratkaisuissa hyödynnetään laajasti nykyteknologiaa. [12.]

## 6.2 CDIO-malli insinöörikoulutuksessa

Conceive-Desing-Implement-Operate (CDIO) on uudenlainen ja laaja-alainen malli insinöörikoulutukseen, joka on alun perin kehitetty neljän yliopiston (Chalmers Tekniska högskola Göteborg Ruotsi, Kungliga Tekniska högskola Tukholma Ruotsi, Linköpings universitet Ruotsi sekä Massachusetts Institute of Technology Cambfidge Yhdysvallat) yhteistyönä. [13, s. 42.] Koulutuksen viitekehyksen suunnittelu, josta CDIO sai nimensä, aloitettiin kysymällä ”Mitä tietoja, taitoja, asenteita pitää valmistuneella insinöörillä olla?”. Tähän kysymykseen saatiin vastaukseksi: ”Valmistuneen pitää pystyä määrittelemään-suunnittelemaan-toteuttamaan-ylläpitämään monimutkaisia, arvoa lisääviä teknisiä tuotteita, prosesseja ja järjestelmiä uudenaikaisessa tiimityöhön perustuvassa ympäristössä”. [13, s. 42; 14, s. 34.]

CDIO-menetelmän tarkoituksena on muuttaa insinöörikoulutusta vastaamaan paremmin nykyajan yhteiskunnan ja työelämän haasteisiin. Nykyään yhteiskunta on kehittynyt ja teknillistynyt, joka on luonut tarpeen kouluttaa yhä enemmän ihmisiä tekniikan alalle. Nykyinen teknillinen kehitys on aiheuttanut tarpeen uudentyyppisille insinööreille. Insinöörien toimenkuva on laajentunut ajan saatossa. Enää insinööri ei ole vain teollisuuden palveluksessa oleva suunnittelija vaan toimii laaja-alaisesti suunnittelu-, ylläpito- ja huoltotehtävissä. [13, s. 42.]

CDIO-terminologiaa on suomennettu eri tavalla riippuen siitä, miten ja mihin sitä on kulloinkin sovellettu. Seuraavaksi luetellaan muutamia käytössä olevia suomennoksia:

- conceive = hahmottaa, ymmärtää, määritellä, konseptoida
- desing = suunnitella
- implement = ottaa käyttöön, toteuttaa
- operate = hyödyntää, käyttää, ylläpitää. [15, s. 53.]

### 6.2.1 CDIO-elinkaarimalli

CDIO-mallia kutsutaan elinkaarimalliksi, koska nykypäivän insinöörit johtavat tai ovat mukana kaikissa vaiheissa tuotteiden, prosessien ja järjestelmien elinkaaren ajan. Tätä havainnollistaa taulukko 1.

Taulukko 1. CDIO-elinkaarimalli [14, s. 9]

Conceive		Design		Implement		Operate	
Tehtävä	Konsepti-suunnittelu	Esisuunnittelu	Yksityiskohtainen suunnittelu	Tuotteiden luominen	Järjestelmien integrointi ja testaus	Elinkaaren tuki	Jatkokehitys
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Liiketoiminnan strategia</li> <li>•Teknologiastrategia</li> <li>•Asiakastarpeet</li> <li>•Tavoitteet</li> <li>•Kilpailijat</li> <li>•Toiminnan suunnittelu</li> <li>•Liiketoimintasuunnitelmat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Vaatimukset</li> <li>•Toiminnot</li> <li>•Konseptit</li> <li>•Teknologia</li> <li>•Arkkitehtuuri</li> <li>•Toimintaohjelmat</li> <li>•Markkina-asemointi</li> <li>•Ohjeistukset</li> <li>•Toimintasuunnitelmat</li> <li>•Sitoutuminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Vaatimusten toimeenpano</li> <li>•Mallien rakentaminen</li> <li>•Järjestelmäanalyysit</li> <li>•Järjestelmien levittäminen</li> <li>•Käyttöliittymien määrittäminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tuotteiden suunnittelu</li> <li>•Vaatimusten tarkastus</li> <li>•Riski- ja muutosanalyysit</li> <li>•Suunnittelun validointi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Valmistus</li> <li>•Ohjelmistojen koodaus</li> <li>•Hankinta</li> <li>•Testaus</li> <li>•Tuotteiden jatkokehitys</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Järjestelmäintegraatiot</li> <li>•Järjestelmätestaus</li> <li>•Jatkokehitys</li> <li>•Sertifiointi</li> <li>•Käyttöönotto</li> <li>•Toimitukset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Myynti &amp; tilaukset</li> <li>•Tuotanto</li> <li>•Logistiikka</li> <li>•Asiakastuki</li> <li>•Ylläpito &amp; huolto</li> <li>•Kierrätys</li> <li>•Päivitykset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Järjestelmien jatkokehitys</li> <li>•Tuotepereiden laajennukset</li> <li>•Kierrätys &amp; uudelleenkäsittely</li> </ul>

Ensimmäinen osa (*Conceive*) sisältää asiakastarpeiden määrittelyn, tarvittavan teknologian ja näiden liittymisen yrityksen strategiaan. Lisäksi siihen kuuluu prosessin alkuvaiheen toiminnot konseptisuunnittelusta tekniseen ja liiketoiminnan suunnitteluun saakka. Toinen osa (*Design*) käsittää varsinaisen tuote- ja järjestelmäsuunnittelun sekä suunnitelmien analysoinnin. Kolmas osa (*Implement*) kuvaa tuotteiden toteutuksen, toimituksen ja käyttöönoton. Neljäs osa (*Operate*) sisältää tuotteiden tai järjestelmien käytön ja ylläpidon aina kierrätykseen tai hävitykseen saakka. [15, s. 35–54].



CDIO-ajatusmallilla on modernille insinöörikoulutukselle kolme päätavoitetta:

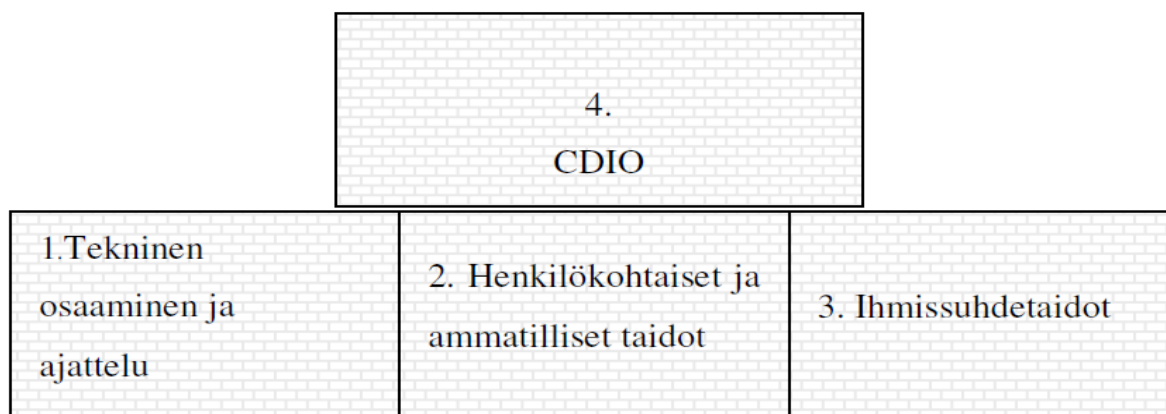
1. hallita syvät perustiedot teknisistä perusteista
2. pystyä kehittämään tuotteita, prosesseja ja järjestelmiä sekä johtamaan suunnittelua ja käyttöä
3. ymmärtää tutkimuksen ja tuotekehityksen tärkeys yhteiskunnan kehitykselle

Kaksi ensimmäistä tavoitetta edustavat pääosin perinteistä insinöörikoulutuksen ajattelua, mutta kolmas tavoite liittyy laajempaan yhteiskunnalliseen huoleen tulevaisuudesta. Näiden, osittain ristiriitaisten tavoitteiden ratkaisemiseksi CDIO tarjoaa Crawleyn [14, s. 22.] mukaan uudenlaisen oppimiskäsityksen, jonka visiossa on seuraavat lähtökohdat:

- Koulutuksen tavoitteet perustuvat selkeästi määriteltyihin tavoitteisiin ja oppimistuloksiin, joiden määrittelyssä ja seurannassa sidosryhmät (työelämän edustajat) ovat vahvasti mukana.
- Oppimistulokset perustuvat järjestelmällisiin kokemusperäisiin oppimiskokemuksiin, joista osa pohjautuu työelämässä tehtäviin projekteihin ja työharjoitteluun.
- Opetuksen sisällön ja osaamisen tulee tukea työelämän vaatimuksia ja samalla tukeutua syvempien teknisten perustaitojen oppimiseen. [15, s. 54–55.]

### 6.2.2 CDIO-opintosuunnitelma

CDIO-toimintamallia voidaan pitää myös lähestymistapana koulutusohjelman suunnitteluun. Crawley [16, s. 2] on kuvannut CDIO-mallin opintosuunnitelman perusrakenteen kuvan 9 esittämällä tavalla



Kuva 9. CDIO-opintosuunnitelman rakenne [16, s. 2]

Tekninen osaaminen (osio 1) sisältää insinöörin työssä tarvittavien perustieteiden (matematiikan, fysiikan, kemian) osaamisen, sekä tekniikan, ja vielä tarkemmin oman erikoisanalan tietojen hallinnan. Henkilökohtaisilla ja ammatillisilla taidoilla (osio 2) tarkoitetaan muun muassa asennetta työhön ja elämään yleisesti, persoonallisia ominaisuuksia sekä teknistä ajattelua ja ongelmaratkaisua. Ihmissuhdetaidot (osio 3) CDIO-mallissa käsittävät tiimityön ja viestinnän (suullisen, kirjallisen, sähköisen) niin omalla kuin vieraalla kielellä. CDIO (osio 4) sisältää loput nykyaikaisen insinöörin tarvitsemista taidoista kuten, historian, ympäristön ja liike-elämän tuntemuksen sekä laaja-alaisen teknisen osaamisen. [15, s. 56.]

### 6.2.3 CDIO-standardit

CDIO-malli on varmaankin tarkimmin määritelty insinöörikoulutuksen viitekehys. Viitekehys koostuu 12-CDIO-standardista. Standardit (Kuva 10, ks. seur. s.) ovat vielä jaettu niin, että seitsemän kohtaa on keskeisiä pedagogisia periaatteita (taulukossa merkitty tähdellä (\*)) ja loput kohdat täydentävät hyviä insinöörikoulutuksen käytäntöjä. [13, s. 42.]

Kategoria	Standardit
Ohjelman perusfilosofia	1. <b>CDIO-viitekehyksenä*</b> - CDIO –viitekehyksen käyttöönotto insinöörikoulutuksessa
Opetussuunnitelman kehitys	2. <b>Opetuksen tavoitteet*</b> -Määritellyt oppimistavoitteet 1)henkilökohtaisiin- ja ihmissuhdetaitoihin, 2) tuote-, prosessi- ja järjestelmänkehitystaitoihin tieteenalaan ja koulutusohjelman tavoitteisiin liittyen. Sidosryhmät osallistuvat tavoitteiden määrittelyyn.  3. <b>Integroitu opetussuunnitelma*</b> -Opetussuunnitelma suunniteltu erityisesti siten, että koulutusohjelman kursseihin integroidaan ihmissuhdetaitojen ja tuote-, prosessi- ja järjestelmänkehitystaitojen opetusta.  4. <b>Johdatus insinööriopintoihin</b> -Johdatuskurssi joka tarjoaa viitekehyksen insinöörikäytänteisiin ja tärkeimpiin tietoihin ja taitoihin.
Suunnittele-toteuta kokemukset ja työtilat	5. <b>Suunnittele-toteuta kokemukset*</b> -Opetussuunnitelma sisältää vähintään yhden suunnittele ja toteuta tyyppistä kokemusta (esim. projektia) sekä perustasolla että edistyneemmällä tasolla  6. <b>Oppimisympäristöt</b> -Työtilat ja laboratoriot jotka kannustavat tekemällä oppimiseen ja kokeilemiseen.
Opetus- ja oppimismetodit	7. <b>Integroitu oppiminen*</b> -Integroidut oppimiskokemukset koulutusohjelman oppimistavoitteiden ja CDIO-tavoitteiden kanssa  8. <b>Aktiivinen oppiminen ja opetus</b> -Opetus ja oppiminen perustuu oppilaita aktivoiviin opetusmetodeihin. (mm. kokeilemaan ja testaamiseen kannustaminen)
Tiedekunnan (koulutusohjelman) ja henkilöstön kehittäminen	9. <b>CDIO-taitojen kehittäminen*</b> -Aktiivisia toimia jotka parantavat henkilökunnan CDIO-taitoja  10. <b>Opetustaitojen kehittäminen</b> -Aktiivisia toimia jotka parantavat henkilökunnan osaamista tarjota integroituja oppimiskokemuksia
Arviointi	11. <b>Oppilaiden taitojen arviointi*</b> -CDIO-taitojen arvioinnin lisääminen oppilaiden arviointiperusteisiin  12. <b>Koulutusohjelman arviointi</b> -CDIO toiminnan arviointijärjestelmä joka johtaa jatkuvaan parantamiseen oppilailta, henkilökunnalta ja sidosryhmiltä saadun palautteen mukaan.

Kuva 10. CDIO-standardit [13, s. 43]

CDIO viitekehyksen perusteella asetettavia koulutuksen tavoitteita ovat

- aktiiviset oppimismenetelmät
- arvioinnin kehittäminen
- käytännön suunnittelu- ja rakentamistehtäviä koko opiskelun ajan
- laboratorioiden hyödyntäminen
- opiskelijoiden motivaation kasvu
- keskeytysten väheneminen
- opettajien motivaatio
- kansainvälinen verkostoituminen [15, s. 58].

## 7 Ehdotukset tulevaisuuden campuksen lähtökohdiksi

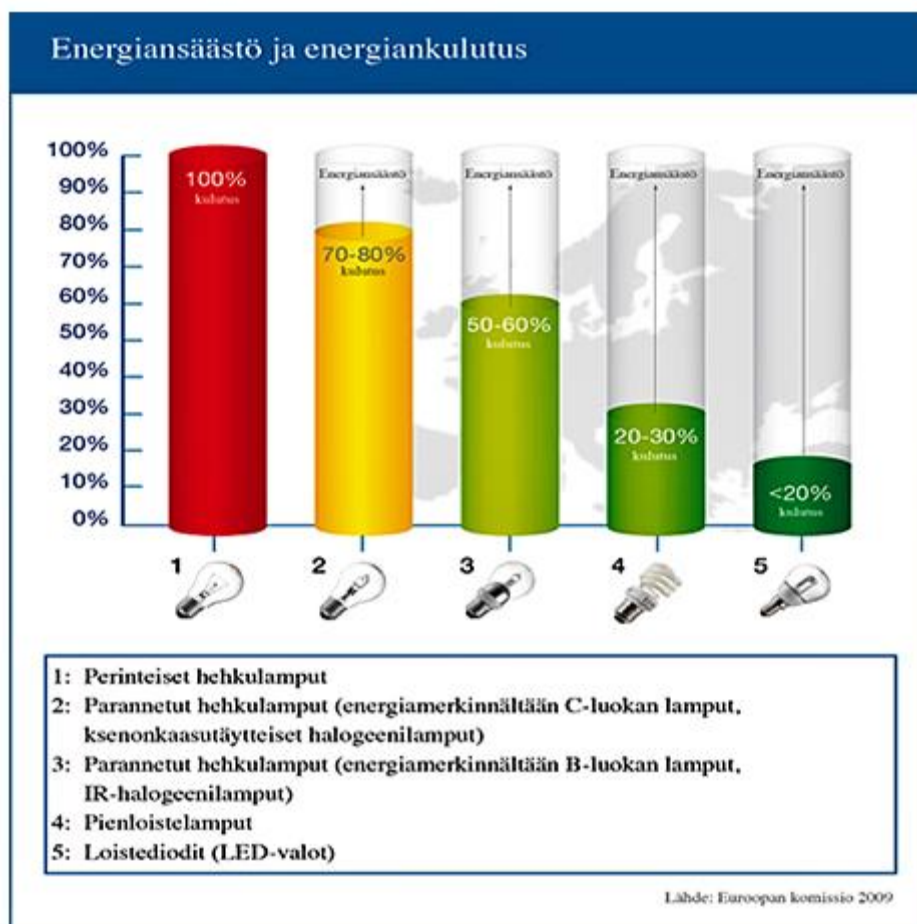
Nykyisin Metropolia Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusohjelmassa CDIO-mallia hyödynnetään laboratoriotyöskentelyssä, innovaatioprojektissa ja opinnäyte-/insinööriyössä. CDIO-mallisen opetuksen lisääntyminen tulevaisuudessa ja oppiaineiden integroituminen vaatii, että opetustiloista tehdään riittävän suuret, käytetään nykytekniikkaa ja otetaan huomioon tilojen muunneltavuus. Laboratoriotilojen suunnittelussa tulee huomioida mahdolliset yritysysteistyöt, jotta laboratorioissa voidaan suorittaa Metropolialta tilattuja töitä.

Metropolia haluaa olla tulevaisuudessa Suomen paras ja innovatiivisin ammattikorkeakoulu, joten sen tulee kokeilla rohkeasti uutta ja ottaa uudenlaisia opetusmenetelmiä käyttöön, kenties ensimmäisenä Suomessa. Sähkötekniikan koulutusohjelmasta voidaan tehdä Metropolian innovatiivisin koulutusohjelma.

### 7.1 Tulevaisuuden campuksen tekniset ratkaisut

#### 7.1.1 Valaistus

Valaistus on suuri sähkökuluttaja. Koulurakennuksessa valaistuksen osuus sähkökulutuksesta on noin 45–55 %. Smart Campus -hankkeen antamia tuloksia tulee hyödyntää valaistuksen suunnittelussa, kuten sähkötekniikan omia tämän hetkisiä mittauslaboratorioita.



Kuva 11. Tilastoja eri lamppujen energiankulutuksesta [17]

Valaistuksen aiheuttamaan sähkönkulutukseen voidaan vaikuttaa kuvan 11 mukaisesti todella paljon sillä, minkälaisia lamppuja valaisimissa käytetään. Suosimalla valaisimissa uuden tekniikan LED-valoja ja energiansäästölamppuja, voidaan säästää valaistuksessa selvästi enennän sähköä kuin vanhemman tekniikan energiamerkiltään b–c - luokan lamppuja käyttämällä (kuva 11). [17.]

#### 7.1.2 Dynaaminen valaistus

Dynaamisella valaistuksella tarkoitetaan valaistusta, joka on muunneltavaa ja muuntuvaa. Valaistuksen tarve vaihtelee luokahuoneessa ja muissa oppilaitoksen tiloissa eri vuorokauden aikoina. Erilaiset ryhmät ja oppiaineet vaativat myös erilaista valaistusta.

Dynaamista valaistusta voidaan ohjata manuaalisesta tai automaattisesti. Valaistus voidaan säätää esimerkiksi päivänvalon, kellonajan ja liikkeen mukaan. Yhdistämällä dynaamiseen valaistukseen ohjausjärjestelmän, saadaan vallitsevaan oppimisympäristöön aina monipuolinen ja hyvä valaistus. Ohjausjärjestelmään voidaan säätää esiastuksella erilaisia valaistustilanteita, jolloin saadaan otettua helposti tiettyä käyttötarkoitusta varten suunniteltu valaistus käyttöön.

### 7.1.3 Valaistuksen säätö- ja ohjaustekniikka

Valaistuksen ohjaustekniikan (liike- ja hämärätunnistimet) käytöllä saadaan aikaan säästöä sähkössä. Silloin valot eivät ole turhaan päällä, kun niille ei ole käyttöä. Sopivia käyttökohteita liiketunnistimille ovat oppilaitoksessa WC-tilat, luokahuoneet, varastot ja muut vastaavanlaiset tilat.

Liiketunnistimeen voidaan liittää hämäräkytkin, jolloin valot eivät syty turhaan, kun tilassa on riittävästi päivänvaloa. Liiketunnistin sytyttää valot automaattisesti, kun joku tulee valvonta-alueella ja sammuttaa valot, kun siihen säädetty päälläoloaika täyttyy.

Valaistusta voidaan ohjata vakiovalaistustaso-ohjaksella, jolloin päivänvalon lisääntyessä keinovalo vähenee ja päinvastoin. Tällöin tilassa on aina sopiva määrä valoa, riippumalla luonnonvalon määrän vaihtelusta. [18, s. 35–36.]

## 7.2 Veden kulutus ja lämmitys

Veden lämmittämiseen kuluu oppilaitoksen energiankulutuksesta noin 5–10 % [17]. Lämpimän veden käyttöä ja veden kulutusta voidaan rajoittaa kosketus vapailla hanoilla.

WC-tiloissa voidaan käyttää kosketusvapaata pesuallashanaa (kuva 12 oikealla), johon voidaan säätää esiasetuksella tulevan veden lämpötila sekä veden kerta-annos. Urinaalien huutelussa voidaan käyttää kosketusvapaata huuhtelulaitetta (kuva 12 vasemmalla), tällöin huutelussa ei päästä käyttämään turhaan liikaa vettä.



Kuva 12. Kosketusvapaa pesuallashana ja uriaali [19]

## 7.3 Lämmitys ja ilmanvaihto

Lämmitys tulee säätää niin, ettei huonelämpötila pääse nousemaan tarpeettoman suureksi, sopiva huonelämpötila on noin + 21 °C [17]. Esimerkiksi atk-tiloissa tietokoneet lämmittävät huoneilmaan, joten siellä pattereiden ei tarvitse olla niin suurella kuin jossain muussa opetustilassa.



Koneellinen ilmanvaihto tulee mitoittaa rakennukseen sopivaksi, ja sitä tulee käyttää järkevästi. Ilmanvaihdon tarkoitus on pitää sisäilma siistinä epäpuhtauksilta ja tyydyttää ihmisten hapentarve. Energiankulutuksen näkökulmasta on järkevintä pitää ilmanvaihto koko ajan päällä. Oppilaitoksessa opetusaikaan ilmanvaihtoa tulee lisätä ja muuna aikana pitää pienemmällä. Ilmanvaihtokoneisto voidaan sulkea yöksi, jos halutaan säästää energiaa. Silloin on huomioitava, että ilmanvaihto käynnistetään noin 2–3 tuntia ennen opetuksen alkamista. [20.]

#### 7.4 Luokahuoneen tulevaisuuden oppimisympäristö

Perusopetus sähkötekniikassa keskittyy luentotyyppiseen opiskeluun, koska opetus painottuu matemaattis-luonnontieteellisen aiheisiin. Perusopetusta voidaan kuitenkin antaa nykyaikaisellakin tavalla, ottaen huomioon CDIO-viitekehyksen edellyttämät toimintamallit ja tavoitteet. Luokahuoneesta voidaan tehdä ympäristö, jossa yhdistyy nykytekniikka, aktiivinen oppimismenetelmä ja innovatiivinen tapa opettaa. Yhdistämällä SMART Board -näyttötaulun (katso 5.1), SMART Podiumin ja SMART Notebook Math Toolsin saadaan aikaiseksi innostava ja interaktiivinen kokonaisuus opetustilaan.



Kuva 13. Malli uudenlaisesta opetustavasta [10]

#### 7.4.1 Smart Podium -näyttötaulu

Smart Podium -näyttötaululla (kuva 14) voidaan katsoa ja muokata luokahuoneessa olevan Smart Board -näyttötaulun sisältöä, mistä päin luokkatilaa tahansa tai vaikka kokonaan toisesta tilasta. Opiskelijat voivat näin osallistua reaaliaikaisesti opetukseen, ja esittää omia huomioitaan koko luokalle omalta paikaltaan. SMART Podiumilla tehdyt muokkaukset voidaan tallentaa myöhempää käyttöä varten. Näin opettaja pystyy jakamaan kaikki tunnilla syntyneet tiedostot opiskelijoille. Smart bridgit -ohjelman avulla opettaja voi pitää oppilaille etäoppitunteja.



Kuva 14. SMART Podium [10]

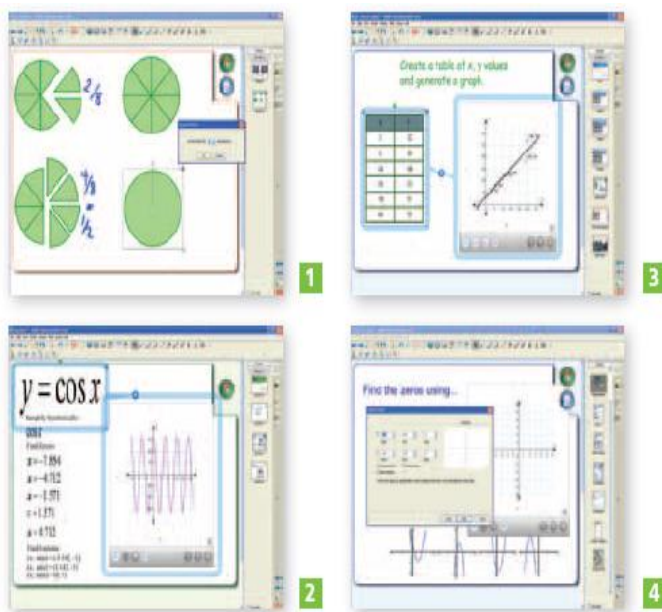
SMART Podiumia käytetään sen mukana tulevilla kynällä, kynä toimii kuten tietokoneen hiiri. SMART Podium käyttää SMART Notebook -ohjelmaa, joka on työkalu interaktiivisten oppituntien luomiseen. Smart Notebook -ohjelmaan on saatavana lisäosa, joka soveltuu matematiikan opetukseen. [10.]

#### 7.4.2 Matematiikan-opetusohjelma SMART Notebook Math Tools

SMART Notebook Math Tools on SMART-Notebookin lisäosa, joka on tarkoitettu nimenomaan matematiikan opetukseen. Sen avulla opettajan pystyy havainnollistamaan matemaattisia käsitteitä opetuksessaan visuaalisesti.

Ohjelmassa on monia hyviä työkaluja, joilla matematiikan opetukseen saa vaihtelua ja intuitiivisuutta, kuten

- monipuolinen kaavaeditori
- koordinaatistoon piirto mahdollisuus
- taulukko- ja kuvaajatoiminnot
- muotojenjako toiminto murtolukujen havainnollistamiseen.



- 1 Muodon jako -toiminnon avulla muodot voi jakaa osiin omiksi objekteiksi halutulla tavalla, ohjelma osaa myös nimetä osat murtoluvuin.
- 2 Ohjelman interaktiivinen kuvaajanpiirtotoiminto osaa piirtää kuvaajat helpoista ja monimutkaisemmista yhtälöistä.
- 3 Linkitettävien arvotaulukoiden ja koordinaatistojen avulla voidaan havainnollistaa pisteiden ja arvojen suhteita.
- 4 Ohjatun piirtotoiminnon avulla voidaan piirtää helposti täsmälleen halutunlaiset koordinaatit ja lukusuorat. Vaihtoehtoisesti pikatoiminnolla voi piirtää oletusarvoiset koordinaatit välittömästi.

Kuva 15. Kuvia SMART Notebook Math Toolsista [10]

Ohjelmaan voidaan kirjoittaa käsin, koska siinä on käsinkirjoitettujen kaavojen ja symboloiden tunnistus. Käsin kirjoitettuja kaavoja voidaan muokata ja ratkoa. Ohjelmassa on myös sisäänrakennettu laskin, jonka avulla voidaan ratkoa monimutkaisiakin kaavoja. Täten ei tarvita erikseen laskinta, kun työskennellään näyttötaululla. [10.]

### 7.5 Aktiivisen opetuksen tulevaisuuden oppimisympäristö

Käyttövettä tai osaa kampuksesta voidaan lämmittää uusiutuvilla energiamuodoilla, kuten aurinko- ja tuulienergialla tai muilla uusilla innovaatioilla. Energiantuotannossa aletaan maailmanlaajuisesti etsiä fossiilisille polttoaineille korvaavia tuotantomuotoja, ja hakea tehokkaita tapoja tuottaa uusiutuvaa energiaa.

Metropolia Ammattikorkeakoulu voi tarjota yrityksille mahdollisuutta toteuttaa testauksia uusiutuvien energiantuotantotekniikoiden kehittämiseksi oppilaitoksen tiloissa. Testaukset toteutetaan niin sanottuina innovaatioprojekteina, joissa oppilaat tekevät testauksia yrityksen tuotteille, yrityksen toiveiden mukaan.



Kuva 16. Aurinkopaneeleja testialueella [21]

Tällä tavalla voidaan luoda oppimisympäristö, jossa yhdistyy laaja-alaisesti kaikki osa-alueet, joita nykypäivän insinööriltä vaaditaan. Oppilaat suunnittelevat testaukset, asentavat laitteet tai ovat asennuksessa mukana, seuraavat laitteiden toimivuutta ja analysoivat testauksessa saadut tulokset.

## 8 Yhteenveto

Työssä perehdyttiin Metropolia Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan nykyiseen oppimisympäristöön Albertinkatu 40–42 -toimipisteessä. Työssä hahmoteltiin myös millaiselta oppimisympäristö voisi tulevaisuudessa näyttää, kun sähkötekniikan koulutusohjelma siirtyy uuteen kampukseen, sekä mitä uudelta kampukselta toivotaan.

Työn alussa selvitettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan nykyisen oppimisympäristön tila. Selvityksen pohjalta tehtiin ehdotuksia sähkötekniikan oppimisympäristön parantamiseksi Albertinkatu 40–42 -toimipisteessä. Työssä käytiin läpi myös Metropolia Ammattikorkeakoulun yleisiä tavoitteita, ja millaiselta pohjalta insinöörikoulutusta Metropoliaassa tullaan tulevaisuudessa antamaan. Tulevaisuuden visioiden pohjalta tehtiin ehdotus, miten perinteistä matemaattis-luonnontieteellistä opetusta voidaan antaa nykytekniikkaa hyödyntäen, ja huomioiden CDIO-toimintamallin periaatteet.

Tämä työ antaa kuvan Metropolia Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan oppimisympäristöstä. Tätä työtä voidaan mahdollisesti hyödyntää tulevaisuudessa, kun sähkötekniikan koulutusohjelman uutta kampusta lähdetään suunnittelemaan. Oppimisympäristöt kehittyvät koko ajan, joten kaikkea mielenkiintoista tekniikkaa ei ollut mahdollista tämän työn puitteissa käydä läpi. Tulevaisuudessa työn ideoita hyödynnettäessä tulee ottaa huomioon sen hetkiset parhaat mahdolliset tekniset ratkaisut.

## Lähteet

[1] Antila, K. & Halonen, M. & Karhu, R. & Kiviharju, M. & Chávez, S. 2011. Fyysinen oppimisympäristö ja sen kehittäminen. Kehittämishanke. Luettu: 20.1.2013.

<[http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/34623/Antila\\_Kaija\\_Chavez\\_Santiago\\_Halonen\\_Marianne\\_Karhu\\_Risto\\_Kiviharju\\_Minna.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/34623/Antila_Kaija_Chavez_Santiago_Halonen_Marianne_Karhu_Risto_Kiviharju_Minna.pdf?sequence=1)>

[2] Opetushallitus. 2004. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. Verkkodokumentti. Luettu: 20.1.2013.

< [http://www.oph.fi/download/139848\\_pops\\_web.pdf](http://www.oph.fi/download/139848_pops_web.pdf)>

[3] Joutsenvirta, T. & Myyry, L.(toim.). 2012. Sulautuvaa opetusta ja oppimista – interaktiivisia luentoja ja designia. Valtiotieteellisen tiedekunnan opetuksen kehittämisspalvelut. Verkojulkaisu. Luettu: 20.1.2013.

<<http://www.helsinki.fi/valtiotieteellinen/julkaisut/sulop2012.pdf>>

[4] Järvenpää, E / HS. 2008. Artikkel. Luettu: 15.4.2013.

<<http://www.hs.fi/kaupunki/artikkeli/Vanhanajan+kansakoulun+tunnelmaa+Kottaraisen+korttelinempiretaloissa/HS20081228SI1KA02c3c>>

[5] Metropolia Ammattikorkeakoulu. 2013. Intranet. Luettu: 5.3.2013.

< <http://www.tuubi.metropolia.fi>>

[6] Metropolia Ammattikorkeakoulun oppilaskunta. 2013. Verkkosivu. Luettu: 5.3.2013.

<<http://metkaweb.fi/#all>>

[7] Tietoa Moodlesta. 2009. Verkkosivu. Luettu: 8.4.2013.

<[http://docs.moodle.org/all/fi/Tietoja\\_Moodlesta](http://docs.moodle.org/all/fi/Tietoja_Moodlesta)>

[8] kuva

<<http://www.smartboard.ie/product-sb600-series-front-projection.php>>

[9] kuva

<<http://fi.smarttech.com/ratkaisut/tuotteet/accessories/floor+stands+and+wall+mounts/mobile-height-adjustable-floor-stand>>

[10] Koulu On, 2013. Verkkosivu. Luettu: 16.4.2013.

<http://www.kouluon.fi>

[11] Metropolia Ammattikorkeakoulu. 2013. PowerPoint-esitys: Osaamista ja oivallusta tulevaisuuden tekemiseen. Luettu: 16.4.2013.

[12] Smart campus Helsinki. 2013. Verkkosivu. Luettu: 27.4.2013.

<<http://smartcampus.metropolia.fi/esimerkkisivu/>>

[13] Tenhunen, L. & Niittymäki, S. 2011. Rocket-hanke, väliraportti 1. Luettu: 14.4.2013.

<[http://portal.hamk.fi/portal/page/portal/HAMKJulkisetDokumentit/Yleisopalvelut/Julkaisupalvelut/Kirjat/tekniikka\\_liikenne/ROCKET\\_valiraportti.pdf](http://portal.hamk.fi/portal/page/portal/HAMKJulkisetDokumentit/Yleisopalvelut/Julkaisupalvelut/Kirjat/tekniikka_liikenne/ROCKET_valiraportti.pdf)>

[14] Crawley, E., Malmqvist, J., Österlund, S. & Brodeur, D. 2007. Rethinking engineering education – The CDIO approach. New York: Springer Science + Business Media. Luettu: 14.4.2013. Luettu: 19.4.2013.

[15] Inkilä, V. & Liljenbäck, H. & Tahvanainen, T. 2011. Rakennusmestarien sekä kone- ja tuotantotekniikan opetussuunnitelmien kehittäminen. Opettajankoulutuksen kehittämishanke . 19.4.2013.

<[http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/28618/Tahvanainen\\_Tuomo.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/28618/Tahvanainen_Tuomo.pdf?sequence=1)>

[16] Crawley, E. 2002. Creating The CDIO Syllabus, A Universal Template for Engineering Education. Luettu: 19.4.2013.

<<http://www.cdio.org/knowledge-library/documents/creating-cdio-syllabusuniversal-template-engineering-education>>



[17] Motiva. 2013. Asiantuntia energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä. Verkkosivu. Luettu: 21.4.2013.

[<http://www.motiva.fi/>](http://www.motiva.fi/)

[18] Aro, P. 2008. Tulevaisuuden valaistusratkaisut muistihäiriöisen asuin- ja hoivaympäristöön. Lopputyö. Luettu: 27.5.2013.

[http://www.sotera.fi/pdf/Dynaaminen\\_valaistus.pdf](http://www.sotera.fi/pdf/Dynaaminen_valaistus.pdf)

[19] Oras. 2013. Verkkosivu. Luettu: 27.5.2013.

<http://www.oras.com/fi>

[20] Sisäilmayhdistys. 1995. Verkkosivu. Luettu: 21.4.2013.

[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/perustietoa/ilmanvaihdon\\_perusteet/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/perustietoa/ilmanvaihdon_perusteet/)

[21] Helsingin Teknillinen Yliopisto. Verkojulkaisu. Luettu: 27.5.2013.

<http://tfy.tkk.fi/aes/AES/projects/renew/pv/>